

## CONFOCAL OPTICAL SCANNER

Patent Number: JP2001021830  
Publication date: 2001-01-26  
Inventor(s): TANAAMI TAKEO  
Applicant(s): YOKOGAWA ELECTRIC CORP  
Requested Patent: ☐ JP2001021830  
Application Number: JP19990190169 19990705  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02B26/10  
EC Classification:  
Equivalents:

---

### Abstract

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a common path type confocal optical scanner capable of improving S/N by adjusting the focal distances of a collimating lens and a microlens so that the size of a light source projected to a pinhole plate may be equal to or smaller than the diameter of a pinhole.

**SOLUTION:** The size  $d_1$  of the light source 1 is projected to the surface of the pinhole plate 5b by the collimating lens 2 and the microlens formed on a microlens plate 3b. The focal distances of the lens 2 and the microlens are adjusted so that the size of the light source 1 projected to the pinhole plate 5b may be equal to or smaller than the diameter of the formed pinhole. The focal distance of the lens 2 is defined as  $f_1$ , the focal distance of the microlens formed on the plate 3b is defined as  $f_2$  and the diameter of the pinhole formed on the plate 5b is defined as  $d_2$ . In the case of satisfying  $(f_2/f_1) \cdot d_1 \leq d_2$ , a noise component is not made at all.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-21830  
(P2001-21830A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 26/10

識別記号  
1 0 5

F I  
G 0 2 B 26/10

テーマコード\* (参考)  
1 0 5 2 H 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-190169

(22) 出願日 平成11年7月5日 (1999.7.5)

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 田名網 健雄

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河  
電機株式会社内

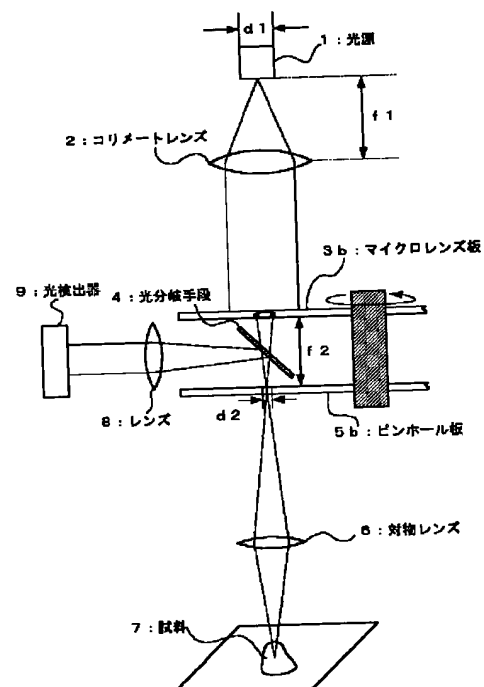
Fターム (参考) 2H045 AG01 BA41 CA83

(54) 【発明の名称】 共焦点光スキャナ

(57) 【要約】

【課題】 コモンパス型でS/Nの向上が可能な共焦点光スキャナを実現する。

【解決手段】 コモンパス型の共焦点光スキャナにおいて、コリメートレンズ及びマイクロレンズを介してピンホール板に投影される光源の大きさが、形成されているピンホール径以下になるようにコリメートレンズ及びマイクロレンズの焦点距離を調整する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コモンパス型の共焦点光スキャナにおいて、  
コリメートレンズ及びマイクロレンズを介してピンホール板に投影される光源の大きさが、形成されているピンホール径以下になるように前記コリメートレンズ及び前記マイクロレンズの焦点距離を調整したことを特徴とする共焦点光スキャナ。

【請求項2】 コモンパス型の共焦点光スキャナにおいて、  
光源と、  
この光源の出力光を平行光にするコリメートレンズと、  
前記平行光を形成されたマイクロレンズにより集光するマイクロレンズ板と、  
このマイクロレンズ板からの出力光を透過させる光分岐手段と、  
この光分岐手段からの透過光が照射されるピンホール板と、  
このピンホール板に形成された各ピンホールを通過した光を集光すると共に前記試料からの戻り光を前記各ピンホールに集光する対物レンズと、  
前記各ピンホールを通過し前記光分岐手段で反射された前記戻り光を光検出器に集光するレンズとを備え、  
前記ピンホール板に投影される前記光源の大きさが前記ピンホール径以下になるように前記コリメートレンズ及び前記マイクロレンズの焦点距離を調整したことを特徴とする共焦点光スキャナ。

【請求項3】 前記光源が、  
光ファイバの出射端からの出力光であることを特徴とする請求項1及び請求項2記載の共焦点光スキャナ。

【請求項4】 前記光源の出力を絞りに集光してこの絞りの通過光を平行光として前記マイクロレンズに照射することを特徴とする請求項1及び請求項2記載の共焦点光スキャナ。

【請求項5】 前記マイクロレンズ板に焦点距離が等しい複数のマイクロレンズが形成されると共に前記ピンホール板に径が等しく前記マイクロレンズと同数で同一パタンのピンホールが形成されたことを特徴とする請求項1及び請求項2記載の共焦点光スキャナ。

【請求項6】 走査型であることを特徴とする請求項1及び請求項2記載の共焦点光スキャナ。

【請求項7】 非走査型であることを特徴とする請求項1及び請求項2記載の共焦点光スキャナ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光源として白色光源を用いる共焦点光スキャナに関し、特にコモンパス型であってもS/Nの向上が可能な共焦点光スキャナに関する。

【0002】

【従来の技術】 共焦点光スキャナは複数のピンホールが形成されたニポール板（以下、ピンホール板と呼ぶ。）を回転させること等により試料表面を走査して、試料の光軸方向に垂直な平面のスライス画像を得ることができる。

【0003】 図8はこのような従来の共焦点光スキャナの一例を示す構成ブロック図であり、図8に示す共焦点光スキャナはコモンパス型の共焦点光スキャナである。ここで、コモンパス型とは光源からの出力光と試料からの戻り光が同一のピンホールを通過する構成のものを言う。

【0004】 図8において1は白色光源等の光源、2はコリメートレンズ、3は複数のマイクロレンズが形成されたマイクロレンズ板、4はダイクロイックミラーや偏光ビームスプリッタ等の光分岐手段、5は開口である複数のピンホールが前記マイクロレンズと同一のパターンで形成されたピンホール板、6は対物レンズ、7は試料、8はレンズ、9は光検出器である。

【0005】 光源1の出力光はコリメートレンズ2により平行光になりマイクロレンズ板3に入射され、マイクロレンズ板3に形成された各マイクロレンズは入射光を光分岐手段4を透過させてピンホール板5に形成された各ピンホールに集光する。

【0006】 ピンホール板5に形成された各ピンホールを透過した出力光は対物レンズ6により集光されて試料7上に照射される。

【0007】 試料7からの反射光若しくは出力光の照射により生じた蛍光等の戻り光は再び対物レンズ6より集光されて先に通過した同一のピンホールを通過する。そして、ピンホールを通過した戻り光は光分岐手段4で反射されてレンズ8を介して光検出器9に入射される。

【0008】 ここで、図8に示す従来例の動作を説明する。光源1からの出力光はコリメートレンズ2、マイクロレンズ板3及び光分岐手段4を介してピンホール板5に形成されたピンホールを通過して対物レンズ6により集光されて試料7の表面に照射される。

【0009】 試料7からの反射光若しくは出力光の照射により生じた蛍光等の戻り光は再び対物レンズ6によりピンホール板5に形成されたピンホールのうち先に通過したものと同一のピンホールに集光されて共焦点効果を生じる。

【0010】 そして、この戻り光は光分岐手段4で反射されて分離され、レンズ8を介して光検出器9に入射されて共焦点画像として検出される。この時、光検出器9で得られる共焦点画像は対物レンズ6の焦点位置における光軸に垂直な平面のスライス画像となる。

【0011】 また、図9は従来の共焦点光スキャナの他の一例を示す構成ブロック図であり、図9に示す共焦点光スキャナは非コモンパス型の共焦点光スキャナである。ここで、非コモンパス型とは光源からの出力光と試

料からの戻り光が異なるピンホールを通過する構成のものを言う。

【0012】図9において、1、2、6及び7は図8と同一符号を付してあり、3aはマイクロレンズ板、4aはダイクロイックミラーや偏光ビームスプリッタ等の光分岐手段、5aはピンホール板、8aはレンズ、9aは光検出器、10及び11はミラーである。

【0013】光源1の出力光はコリメートレンズ2により平行光になりマイクロレンズ板3aに入射され、マイクロレンズ板3aに形成された各マイクロレンズは入射光をピンホール板5aに形成された各ピンホールに集光する。

【0014】ピンホール板5aに形成された各ピンホールを透過した出力光は光分岐手段4aを透過して対物レンズ6により集光されて試料7上に照射される。

【0015】試料7からの反射光若しくは出力光の照射により生じた蛍光等の戻り光は再び対物レンズ6より光分岐手段4aで反射されてミラー10を介して集光されて先に通過したピンホールと相対する側のピンホールを通過する。そして、このピンホールを通過した戻り光はミラー11で反射されてレンズ8aを介して光検出器9aに入射される。

【0016】ここで、図9に示す従来例の動作を説明する。光源1からの出力光はコリメートレンズ2、マイクロレンズ板3a及び光分岐手段4aを介してピンホール板5aに形成されたピンホールを通過して対物レンズ6により集光されて試料7の表面に照射される。

【0017】試料7からの反射光若しくは出力光の照射により生じた蛍光等の戻り光は再び光分岐手段4a及びミラー11を介して対物レンズ6によりピンホール板5aに形成されたピンホールのうち先に通過したピンホールと相対する側のピンホールに集光されて共焦点効果を生じる。

【0018】そして、この戻り光はミラー11で反射され、レンズ8aを介して光検出器9aに入射されて共焦点画像として検出される。この時、光検出器9aで得られる共焦点画像は対物レンズ6の焦点位置における光軸に垂直な平面のスライス画像となる。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図8に示す従来例では戻り光の内ピンホールを通過してきた戻り光のみならず、ピンホール板5のピンホール以外の部分で反射された光が背景光として光検出器9に入射されてしまいS/Nを悪化させてしまうと言った問題点があった。

【0020】例えば、図10はコモンパス型の共焦点光スキャナのS/Nの問題を説明する説明図であり、図10中の符号は図8と同一符号を付してある。図10中“OL01”及び“OL02”は光源からの出力光であり、図10中“OL01”はピンホール板5に形成されたピンホールを通過して試料7に照射され、試料7から

の戻り光である図10中“SL01”は同一のピンホールを通過して光分岐手段4で反射されて分離される。

【0021】一方、図10中“OL02”に示す出力光はピンホール板5のピンホールを通過せずにピンホール板5の表面で反射されて図10中“BL01”に示すその反射光もまた光分岐手段4で反射される。

【0022】このため、光検出器9（図示せず。）には図10中“SL01”に示す信号成分と、図10中“BL01”に示すノイズ成分とが双方入射されることになり、S/Nが悪化することになる。

【0023】これに対して、図9に示す非コモンパス型の共焦点光スキャナではこのような問題点は発生しない。

【0024】例えば、図11は非コモンパス型の共焦点光スキャナのS/Nの問題を説明する説明図であり、図11中の符号は図9と同一符号を付してある。図11中“OL11”及び“OL12”は光源からの出力光であり、図11中“OL11”はピンホール板5aに形成されたピンホールを通過して試料7に照射され、試料7からの戻り光である図11中“SL11”は光分岐手段4aで反射されて分離される。

【0025】一方、図11中“OL12”に示す出力光はピンホール板5aのピンホールを通過せずにピンホール板5aの表面で反射されるもののその光路には光分岐手段4aが存在しないので光検出器9a（図示せず。）には入射されない。但し、図9に示すような非コモンパス型の共焦点光スキャナは構成が複雑で2つのピンホールの位置合わせや保持が困難であると言った問題点があった。従って本発明が解決しようとする課題は、コモンパス型でS/Nの向上が可能な共焦点光スキャナを実現することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】このような課題を達成するために、本発明のうち請求項1記載の発明は、コモンパス型の共焦点光スキャナにおいて、コリメートレンズ及びマイクロレンズを介してピンホール板に投影される光源の大きさが、形成されているピンホール径以下になるように前記コリメートレンズ及び前記マイクロレンズの焦点距離を調整したことにより、光源の全ての像はピンホール内に集光されることになるので、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0027】請求項2記載の発明は、コモンパス型の共焦点光スキャナにおいて、光源と、この光源の出力光を平行光にするコリメートレンズと、前記平行光を形成されたマイクロレンズにより集光するマイクロレンズ板と、このマイクロレンズ板からの出力光を透過させる光分岐手段と、この光分岐手段からの透過光が照射されるピンホール板と、このピンホール板に形成された各ピンホールを通過した光を集光すると共に前記試料からの戻

り光を前記各ピンホールに集光する対物レンズと、前記各ピンホールを通過し前記光分岐手段で反射された前記戻り光を光検出器に集光するレンズとを備え、前記ピンホール板に投影される前記光源の大きさが前記ピンホール径以下になるように前記コリメートレンズ及び前記マイクロレンズの焦点距離を調整したことにより、光源の全ての像はピンホール内に集光されることになるので、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0028】請求項3記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明である共焦点光スキャナにおいて、前記光源が、光ファイバの出射端からの出力光であることにより、光源の大きさを小さくすることが可能になる。

【0029】請求項4記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明である共焦点光スキャナにおいて、前記光源の出力を絞りに集光してこの絞りの通過光を平行光として前記マイクロレンズに照射することにより、光源の大きさを自由に選択することが可能になる。

【0030】請求項5記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明である共焦点光スキャナにおいて、前記マイクロレンズ板に焦点距離が等しい複数のマイクロレンズが形成されると共に前記ピンホール板に径が等しく前記マイクロレンズと同数で同一パタンのピンホールが形成されたことにより、ピンホール等が複数の場合であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0031】請求項6記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明である共焦点光スキャナにおいて、走査型であることにより、光源の全ての像はピンホール内に集光されることになるので、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0032】請求項7記載の発明は、請求項1及び請求項2記載の発明である共焦点光スキャナにおいて、非走査型であることにより、光源の全ての像はピンホール内に集光されることになるので、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。図1は本発明に係る共焦点光スキャナの一実施例を示す構成ブロック図である。図1において1、2、4及び6～9は図8に示す従来例と同一符号を付してあり、3bは1つのマイクロレンズが形成されたマイクロレンズ板、5bは1つのピンホールが形成されているピンホール板である。また、接続関係及び基本的な動作等に関しても図8に示す従来例と同様であるのでこの部分の説明は省略する。

【0034】ここで、図1に示す実施例の動作を説明する。図1において光源1の大きさを“ $d_1$ ”、コリメートレンズ2の焦点距離を“ $f_1$ ”、マイクロレンズ板3bに形成されているマイクロレンズの焦点距離を“ $f$

2”、ピンホール板5bに形成されているピンホールの直径を“ $d_2$ ”とする。

【0035】そして、以下の式を満たす場合には図10中“BLO1”に示したようなノイズ成分は一切発生しない。

$$(f_2 / f_1) \cdot d_1 \leq d_2 \quad (1)$$

【0036】このような状況になることを図2及び図3を用いてより詳細に説明する。図2は各パラメータの関係を示す説明図、図3は各パラメータの一例を示す表である。

【0037】図2において光源1の大きさはコリメートレンズ2及びマイクロレンズ板3bに形成されたマイクロレンズによりピンホール板5bの表面に投影される。この時、ピンホール板5b上に投影される光源1の大きさを“ $d_3$ ”とすれば、上記各パラメータを用いて、 $d_3 = (f_2 / f_1) \cdot d_1$  (2) となる。

【0038】すなわち、光源1の大きさが“ $f_2 / f_1$ ”倍されてピンホール板5b上に投影されることになる。この時、図2に示すようにこの投影された光源1の大きさ“ $d_3$ ”がピンホール板5bに形成されたピンホール径“ $d_2$ ”以下であれば、光源1の全ての像はピンホール内に集光されて、ピンホール板5bで反射されてノイズ成分となることがない。

【0039】例えば、図3に示すように光源1の大きさが“ $d_1 = 1.0 \text{ mm}$ ”、ピンホール径が“ $d_2 = 0.05 \text{ mm}$ ”とした場合には、コリメートレンズ2の焦点距離を“ $f_1 = 100 \text{ mm}$ ”、マイクロレンズの焦点距離を“ $f_2 = 5 \text{ mm}$ ”とすれば、ピンホール板5bに投影される光源1の大きさ“ $d_3$ ”は、 $d_3 = (5 / 100) \cdot 1.0 = 0.05 [\text{mm}]$  (3) となる。

【0040】すなわち、式(3)に示す値はピンホール径と等しく式(1)の関係を満足するので光源1の全ての像はピンホール内に集光されることになる。

【0041】この結果、ピンホール板5bに投影される光源1の大きさを形成されているピンホール径以下になるようにコリメートレンズ2及びマイクロレンズの焦点距離を調整することにより、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0042】なお、図1に示す実施例では光源として白色光源等を用いているが光ファイバの出射光やLEDであっても同様に式(1)の関係を満たせばノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0043】例えば、図4は光ファイバの出射光を光源とした場合の一例を示す部分構成ブロック図である。図4において2は図1と同一符号を付してあり、12は光ファイバの出射端である。

【0044】この場合、図4中“PDO1”に示す光フ

ファイバ12の出射端の径が前述の光源の大きさ"  $d_1$  "に相当することになり、光ファイバの径を選択することにより光源の大きさを小さくすることが可能になる。また、式(1)に示す関係を満たすようにコリメートレンズ2及びマイクロレンズの焦点距離を調整すれば良い。

【0045】また、光源1の出力光を一旦絞りで絞って実質的に光源の大きさ"  $d_1$  "を小さくしても良い。図5はこのような絞り用いた場合の一例を示す部分構成ブロック図である。図5において1及び2は図1と同一符号を付してあり、13はレンズ、14は絞りである。

【0046】光源1の出力光はレンズ13により絞り14に形成されたピンホールに集光される。絞り13に形成されたピンホールを通過した出力光はコリメートレンズ2により平行光になりマイクロレンズ板3b(図示せず。)に入射される。

【0047】この場合には、実質的な光源の大きさ"  $d_1$  "は図5中"  $PD02$  "に示す絞りに形成されたピンホールの径に相当するので"  $d_1$  "の大きさを自由に選択することが可能になる。また、コリメートレンズ2及びマイクロレンズの焦点距離もこれに合わせて適宜選択することが可能になる。

【0048】また、図1に示す実施例ではピンホール板5bに1個のピンホールが形成されている場合を例示したが、ピンホール板5bに複数のピンホールが形成された場合であっても式(1)の関係を満たせばノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0049】例えば、この場合には各ピンホールに対してマイクロレンズ板3bに形成された各マイクロレンズの焦点距離が等しく"  $f_2'$  "であり、複数のピンホールの各々の径が等しく"  $d_2'$  "であるとすれば、  

$$(f_2' / f_1) \cdot d_1 \leq d_2' \quad (4)$$
 という関係式を満たせば良いことになる。

【0050】また、図1に示す実施例ではピンホール板(ニポー板)を用いた共焦点光スキャナを例示しているが、非走査型の共焦点光スキャナに用いても構わない。例えば、図6に示すような複数のマイクロレンズ及びピンホールアレイを用いた共焦点光スキャナでも良く、図7に示すような複数のシリンドリカルレンズ及びスリットを用いた焦点光スキャナであっても良い。

【0051】図6において15は光源、16はコリメートレンズ、17はマイクロレンズが形成されたマイクロレンズ板、18はこのマイクロレンズと同一パターンの開口であるピンホールが形成されたピンホール板である。

【0052】この場合、光源15の大きさを"  $d_4$  "、コリメートレンズ16の焦点距離を"  $f_3$  "、マイクロレンズ板17に形成されているマイクロレンズの焦点距離を"  $f_4$  "、ピンホール板18に形成されているピンホールの直径を"  $d_5$  "とした場合、  

$$(f_4 / f_3) \cdot d_4 \leq d_5 \quad (5)$$

なる式を満たす場合にはノイズ成分は一切発生しない。

【0053】また、図7において15及び16は図6と同一符号を付してあり、19はシリンドリカルレンズが形成されたシリンドリカルレンズ板、20はこのシリンドリカルレンズと同一パターンの開口であるスリットが形成されたスリット板である。

【0054】この場合、光源15の大きさを"  $d_4$  "、コリメートレンズ16の焦点距離を"  $f_3$  "、シリンドリカルレンズ板19に形成されているシリンドリカルレンズの焦点距離を"  $f_5$  "、スリット板20に形成されているスリットの幅を"  $d_6$  "とした場合、

$$(f_5 / f_3) \cdot d_4 \leq d_6 \quad (6)$$

なる式を満たす場合にはノイズ成分は一切発生しない。

【0055】

【発明の効果】以上説明したことから明らかなように、本発明によれば次のような効果がある。請求項1、2、6及び請求項7の発明によれば、コリメートレンズ及びマイクロレンズを介してピンホール板に投影される光源の大きさが、形成されているピンホール径以下になるように前記コリメートレンズ及び前記マイクロレンズの焦点距離を調整したことにより、光源の全ての像はピンホール内に集光されることになるので、コモンパス型であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【0056】また、請求項3の発明によれば、光ファイバの出射端からの出力光を光源とすることにより、光源の大きさを小さくすることが可能になる。

【0057】また、請求項4の発明によれば、光源の出力を絞りに集光してこの絞りの通過光を平行光としてマイクロレンズに照射することにより、光源の大きさを自由に選択することが可能になる。また、コリメートレンズ及びマイクロレンズの焦点距離もこれに合わせて適宜選択することが可能になる。

【0058】また、請求項5の発明によれば、マイクロレンズ板に焦点距離が等しい複数のマイクロレンズが形成されると共にピンホール板に径が等しくマイクロレンズと同数で同一パターンのピンホールが形成されたことにより、ピンホール等が複数の場合であってもノイズ成分を大幅に減少させることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る共焦点光スキャナの一実施例を示す構成ブロック図である。

【図2】各パラメータの関係を示す説明図である。

【図3】各パラメータの一例を示す表である。

【図4】光ファイバの出射光を光源とした場合の一例を示す部分構成ブロック図である。

【図5】絞り用いた場合の一例を示す部分構成ブロック図である。

【図6】複数のマイクロレンズ及びピンホールアレイを用いた共焦点光スキャナである。

【図7】複数のシリンドリカルレンズ及びスリットを

用いた焦点光スキャナである。

【図 8】従来の共焦点光スキャナの一例を示す構成ブロック図である。

【図 9】従来の共焦点光スキャナの他の一例を示す構成ブロック図である。

【図 10】コモンパス型の共焦点光スキャナの S/N の問題を説明する説明図である。

【図 11】非コモンパス型の共焦点光スキャナの S/N の問題を説明する説明図である。

【符号の説明】

1, 15 光源

2, 16 コリメートレンズ

3, 3a, 3b, 17 マイクロレンズ板

4, 4a 光分岐手段

5, 5a, 5b, 18 ピンホール板

6 対物レンズ

7 試料

8, 8a, 13 レンズ

9, 9a 光検出器

10, 11 ミラー

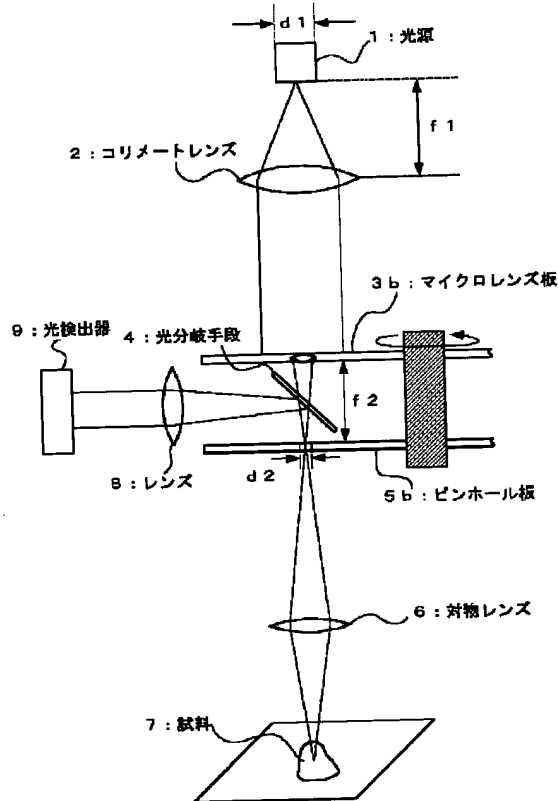
12 光ファイバ

14 絞り

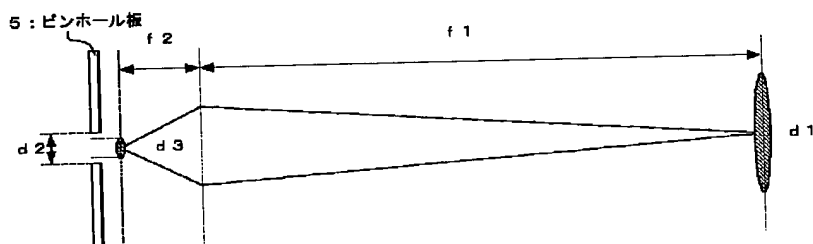
19 シリンドリカルレンズ板

20 スリット板

【図 1】



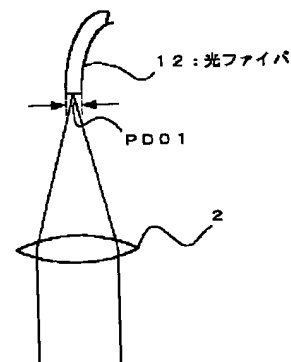
【図 2】



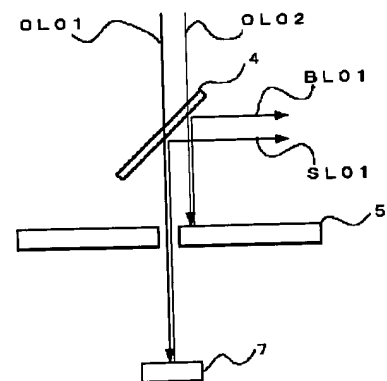
【図 3】

パラメータ	値
光源の大きさ: $d_1$	1.0mm
コリメートレンズの焦点距離: $f_1$	100mm
マイクロレンズの焦点距離: $f_2$	5mm
ピンホール径: $d_2$	0.05mm

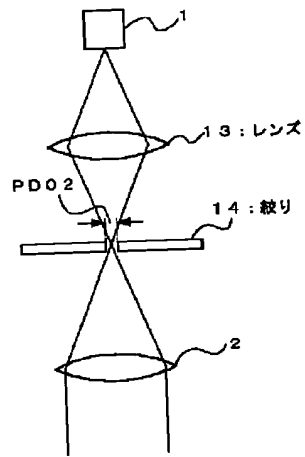
【図 4】



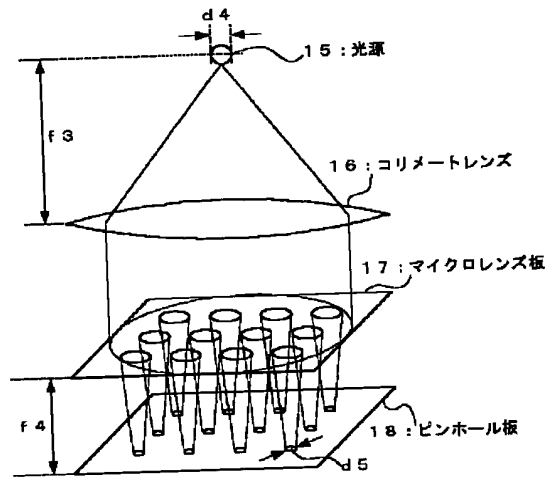
【図 10】



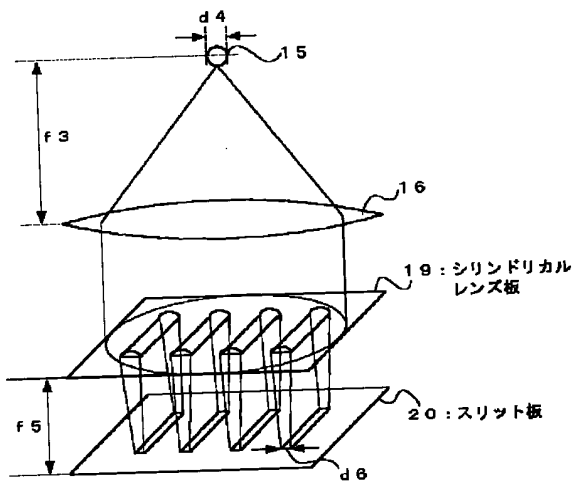
【図5】



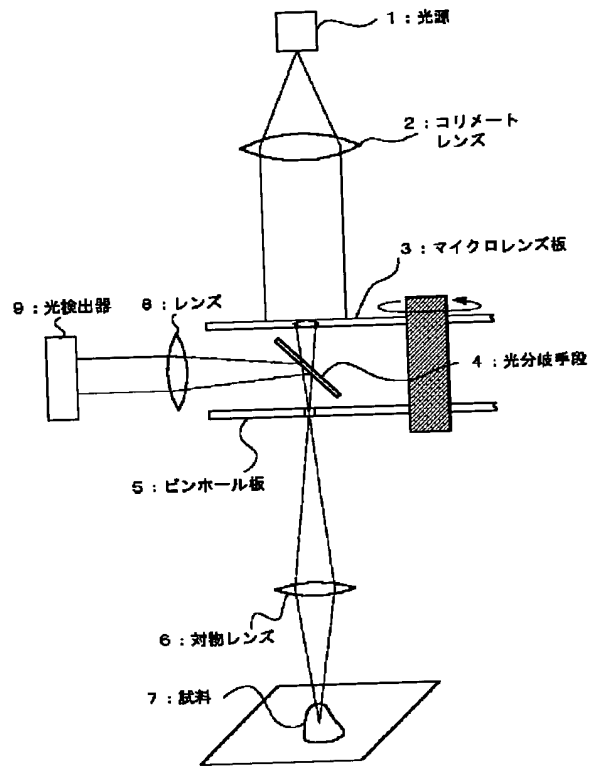
【図6】



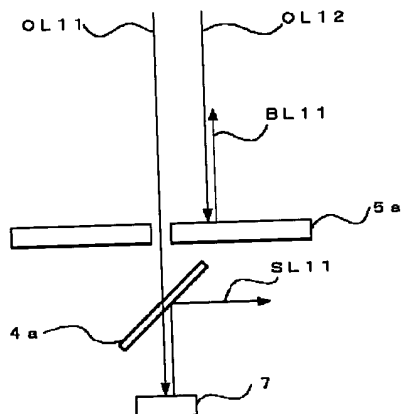
【図7】



【図8】



【図11】





【図9】

